

УДК 574.3

І.О. Рибалка, Ю.І. Вергелес, В.О. Бараннік

Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова

МОДЕЛЮВАННЯ ПОПУЛЯЦІЇ ОМЕЛИ БІЛОЇ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧ ЕКОЛОГІЧНОГО МЕНЕДЖМЕНТУ УРБООКООСІСТЕМ

У статті розглядається проблема контролю розвитку популяції омели білої у міському ландшафті з метою вдосконалення екологічного менеджменту урбанізованих територій. Представлено модель динаміки чисельності популяції омели білої на пробних ділянках міського ландшафту м. Харків, параметри якої було визначено за даними польових спостережень.

Ключові слова: омела біла, модель, динаміка популяції, екологічний менеджмент, урбанізована територія.

Постановка проблеми

Омела біла (*Viscum album* L.) родини Ремнецвітникових – *Loranthaceae* (за іншою класифікацією – санталових – *Santalaceae*) – дводомний напівпаразитний кущ із жовтуватовічнозеленим шкірястим листям, що росте в кронах листопадних дерев багатьох видів. У своєму розвитку рослина набуває кулястої форми з поперечником 1,0–1,2 м, зрідка – 1,5 м (за іншими даними, розмір куща може сягати 4 м) [1, 11, 10]. Доживає приблизно до 45-річного віку.

Вважається, що омела спричиняє суттєве зниження енергії росту, втрату декоративності та врожайності деревних культур [9], а також є причиною зниження довговічності насаджень: призводить до часткової або суцільної суховерхості та поступового усихання дерев.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Нині спостерігається вражаюче розповсюдження цієї рослини по території України, особливо в Лісостепу [4].

Сприятливі умови розвитку популяцій омели складаються у містах, де насадження більш ослаблені у порівнянні з природними через значне антропогенне навантаження [7, 8]. Єдиним заходом боротьби з омелою в умовах міста залишається механічне видалення уражених нею гілок або повне видалення дерева при дуже сильному ураженні. При інтенсивному розповсюдженні омели догляд за міськими насадженнями стає все більш витратним [2].

При розробці нових підходів екологічного менеджменту урбанізованих територій може стати корисним моделювання популяційної динаміки омели [6].

Головною задачею динаміки популяції особин певного виду є дослідження зміни в часі розміру популяції, що займає певний ареал існування, розподілу особин за віком і статтю з врахуванням внутрішньовидових та міжвидових взаємодій, а також доступних ресурсів для розвитку. Корисним інструментом для такого роду досліджень є математичні моделі різного виду, які в сукупності з даними натурних спостережень дозволяють виявити характерні властивості популяційної еволюції.

Метою даного дослідження було змоделювати розвиток популяції омели білої на урбанізованій території для вирішення задач екологічного менеджменту.

Виклад основного матеріалу

Дослідження проведено на території м. Харків, яка належить до Харківської схилово-височинної області Середньоруської лісостепової провінції Східноєвропейської рівнинної ландшафтної країни на південному заході Середньо-Руської височини. Клімат помірний, із середньорічною кількістю опадів 500–570 мм і середніми температурами січня – –8 °С, липня – понад 20 °С. Вихідний тип ґрунтів – сірі лісові, які зазнали істотної антропогенної трансформації [5].

Ділянки, на яких проводили дослідження (з 2006 по 2008 рр.), знаходяться у північній (147 га), північно-східній (959 га), центральній (736 га) та південно-східній (158 га) частинах м. Харків, рис. 1. Загалом досліджено 2000 га (6 % від загальної площі території міста).

Натурні спостереження за омелою проведено за оригінальною методикою. Всі кущі омели на окремому дереві з одним головним стовбуром, або на дереві з декількома головними стовбурами, які в за вживаними в лісівництві критеріями вважаються окремими деревами, або на кількох деревах, які

утворюють групу (тобто щонайменш два дерева, відстань між якими є меншою за діаметр крони кожного із них) вважалися «дискретною групою». Для відображення кількості кущів омели в кожній окремій дискретній групі застосовували шкалу чисельності:

- для кількості кущів від 1 до 5 індекс чисельності становив «1»;
- для 6 – 10 – «2»;
- 11 – 20 – «3»;
- 21 – 40 – «4»;
- 41 – 80 – «5»;
- 81 – 160 – «6»;
- 161 – 320 – «7»;
- 321 – 640 – «8» і т.д.

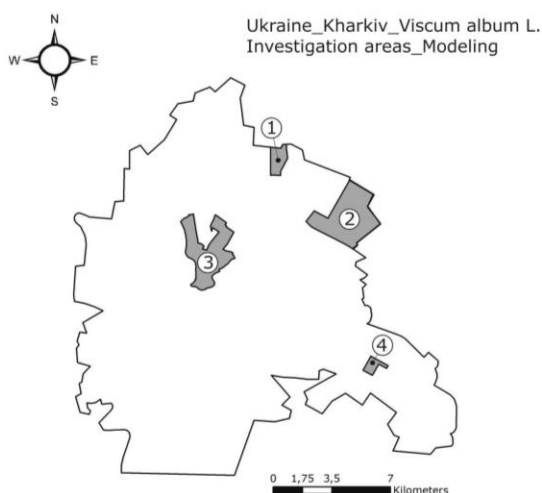


Рис. 1. Ділянки, на яких було досліджено розповсюдження омели білої з 2006 по 2008 рр. (м. Харків, Україна)

Всі дискретні групи омели на ділянці відображалися на карті місцевості (масштаб 1:10 000).

Для відображення приблизного співвідношення кущів омели за віком у кожній окремій дискретній групі використовували популяційно-демографічний коефіцієнт $K[j-g-s]$, який відображає зв'язок між співвідношенням ювенільних рослин (j), рослин 1-го і 2-го генеративного віку (g) та сеньільних (s).

Записували його, використовуючи символи: 0 (рослини відповідної вікової групи відсутні), 1, 2, і 3 (залежно від долі кущів відповідного віку у дискретній групі).

Натурні спостереження за рослиною-напівпаразитом проводилися у період відсутності листя.

З урахуванням біологічних особливостей омели (обмежений період розмноження, розмноження через посередників – птахів, у силу росту на гілках дерев-живителів, відсутність природних ворогів, для яких вона слугувала їжею) для імітаційного

моделювання динаміки популяції омели було застосовано підхід, використаний М. Уільямсом [3].

Зміни структури і чисельності популяції омели можна описати за допомогою матричної моделі, яка має наступний вигляд:

$$\begin{Bmatrix} m_{1,t+1} \\ m_{2,t+1} \\ \vdots \\ m_{N,t+1} \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} T_{1,1} & T_{1,2} & \dots & T_{1,N} \\ T_{2,1} & T_{2,2} & \dots & T_{2,N} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ T_{N,1} & T_{N,2} & \dots & T_{N,N} \end{Bmatrix} \times \begin{Bmatrix} m_{1,t} \\ m_{2,t} \\ \vdots \\ m_{N,t} \end{Bmatrix} \quad (1)$$

де $m_{i,t}$ – очікувана кількість особин i -го року розвитку у році з порядковим номером t ;

T_{ij} – елемент матриці переходу, що визначає очікуване число особин i -го року розвитку, які з'являться в році $t+1$ від особин j -го року розвитку попереднього року t .

Указана модель є варіантом моделі А. А. Маркова, в термінах якої елементи матриці переходу T_{ij} є імовірності переходу елементів у системі зі стану j у стан i , тобто на відміну від моделі М. Уільямсона, не можуть бути більше одиниці.

Особливо цікавим є «рівноваговий» стан популяції омели, при якому розподіл особин за віком зберігається в часі. При цьому розмір усієї популяції може змінюватися. Такий стан популяції рано чи пізно обов'язково досягається у стабільних зовнішніх умовах. Зокрема такий стан характеризується тим, що чисельність омел i -го року розвитку (віку) виражається залежністю:

$$m_{i,t} = a_i \cdot q^{i-1}, \quad (2)$$

де a_i – кількість омел однолітнього віку у році t ;
 q – співвідношення чисельності омел i -го і $i+1$ -го років розвитку

$$q = \frac{m_{i+1,t}}{m_{i,t}}, \quad (3)$$

яке не змінюється з часом.

Позначимо символами I_1 , E_2 , і E_3 максимальний вік омели, за яким вона може бути віднесена до групи «молодих», «зрілих» і «старих» особин, відповідно. Тоді чисельності $M_{1,t}$, $M_{2,t}$, $M_{3,t}$ омели в межах кожної з цих груп у році t можна знайти у вигляді сум геометричних прогресій:

$$\begin{aligned} M_{1,t} &= a_1 + a_1 q + a_1 q^2 + \dots + a_1 q^{I_1-1} = \\ &= a_1 \cdot \frac{1 - q^{I_1}}{1 - q}, \end{aligned} \quad (4)$$

$$M_{2,t} = a_2 q^{I_1} + a_2 q^{I_1+1} + \dots + a_2 q^{I_1+I_2-1} =$$

$$= a_t q^{I_1} \cdot \frac{1-q^{I_2}}{1-q}, \quad (5)$$

$$M_{3,t} = a_t q^{I_1+I_2} + a_t q^{I_1+I_2+1} + \dots + a_t q^{I_1+I_2+I_3-1} =$$

$$= a_t q^{I_1+I_2} \cdot \frac{1-q^{I_3}}{1-q}, \quad (6)$$

де $I_2 = E_2 - I_1$ і $I_3 = E_3 - E_2$.

Розділивши рівняння (5) на рівняння (6) знайдемо:

$$\frac{M_{2,t}}{M_{3,t}} = \frac{q^{-I_2} - 1}{1 - q^{I_3}}. \quad (7)$$

Із рівняння (7) виходить, що:

$$q = \frac{1}{\left[1 + \frac{M_2}{M_3} (1 - q^{I_3})\right]^{\frac{1}{I_2}}}. \quad (8)$$

Рівняння (8) є по суті рекурентним співвідношенням, що дозволяє розрахувати величину q методом послідовних наближень, якщо відомі інші величини, які в неї входять. По вирахованій величині q параметр розподілу a_t знаходиться з рівняння (9) у такому вигляді:

$$a_t = \frac{M_2 \cdot (1-q)}{q^{I_1} \cdot (1-q^{I_2})}. \quad (9)$$

Максимальний час T (у роках) розвитку популяції омели від моменту появи перших особин у році t визначається за співвідношенням

$$a_t q^{T-1} = 1, \quad (10)$$

звідси виходить, що:

$$T = \frac{\ln(a_t^{-1})}{\ln(q)} + 1. \quad (11)$$

У зв'язку з тим, що у омели майже немає ворогів, елементи матриці переходу за проміжок часу, що дорівнює одному року, можуть бути представлені у вигляді:

$$T_{i,j} = \begin{cases} \lambda, & \text{якщо } i = 1 \text{ і } E_n \leq j \leq E_3 \\ 1, & \text{якщо } i > 1 \text{ і } j = i - 1 \\ 0, & \text{у інших випадках} \end{cases}, \quad (12)$$

де λ – середній за віком коефіцієнт розмноження;

E_n – вік омели, з якого вона здатна плодоносити.

Коефіцієнт розмноження λ – єдиний параметр матричної моделі, який необхідно визначити.

У зв'язку з припущенням про відсутність смертності омели в період досягнення нею граничного віку 45 років можна зробити висновок, що

$$m_{r,t} = \lambda \sum_{i \geq E_n} m_{i,t-r} = \lambda \sum_{i \geq E_n} m_{i+r,t}. \quad (13)$$

Звідси знаходимо співвідношення для визначення коефіцієнта розмноження, яке має наступний вигляд:

$$\lambda = \frac{m_{1,t}}{\sum_{i \geq E_n} m_{i+1,t}}. \quad (14)$$

Результати натурних спостережень на чотирьох досліджених ділянках у межах міської території дозволили визначити загальну кількість кущів омели білої, кількість уражених цією рослиною-напівпаразитом дерев тощо, таблиця 1.

Таблиця 1 – Загальні підсумки поширення омели білої по території м. Харків

Показник		Частина міста				Загалом по території
		Північна	Північно-східна	Центральна	Південно-східна	
Кількість дискретних груп омели		21	115	749	215	1100
Щільність дискретних груп омели (1/га)		0,14	0,12	1,08	3,06	0,59
Кількість кущів омели	мінімум	86	398	12972	3895	17351
	максимум	185	1005	26040	7705	34935
Щільність омели (кущ./га)	мінімум	0,58	0,42	18,68	55,43	9,28
	максимум	1,26	1,05	37,49	109,64	18,68
Кількість уражених омолою дерев		21	204	1528	547	2300
Щільність уражених омолою дерев (1/га)		0,14	0,21	2,19	7,78	1,22

Із таблиці 1 видно, що на території в 2000 га (лише 6 % від загальної площі Харкова) омелою білою вражено 2300 дерев. Максимальна щільність напівпаразита (в середньому 82,54 кущ./га) спостерігається в південно-східній частині міста, дещо нижчий цей показник у центрі (28,09 кущ./га), мінімальна щільність особин омели спостерігається в північній та північно-східній частинах (відповідно 0,92 та 0,74 кущ./га).

Найчастіше на досліджуваній території зустрічалися дискретні групи омели, в яких було від 1 до 5 кущів (індекс чисельності – «1»), це вказує на те, що розповсюдження рослини в ще не заселені нею місця триває (найбільше таких дискретних груп виявлено в центральній частині міста, рис. 2).

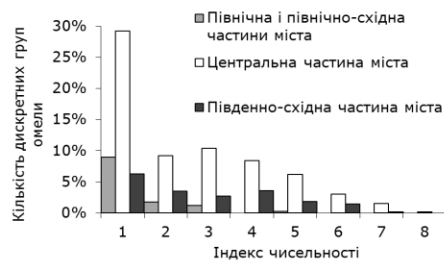


Рис. 2. Графік розподілу дискретних груп омели по індексам чисельності

За результатами натурних спостережень на ділянках № 1 – № 4 виявлено 18 видів дерев, на яких зустрічалася омела біла, а саме: клен сріблястий (*Acer saccharinum*, 45,2 % загальної кількості вражених омелою дерев); тополя бальзамічна (*Populus balsamifera*, 39,7 %); робінія несправжньоакація (*Robinia pseudoacacia*, 5,7 %); горобина звичайна (*Sorbus aucuparia*, 2,5 %), ясен зелений (*Fraxinus lanceolata*, 3 %), липа серцелиста (*Tilia cordata*, 4 %); решта (3,2%) – клен ясенелистий (*Acer negundo*), липа європейська (*T. europaea*), тополя пірамідална (*P. italica*), береза повисла

(*Betula pendula*), каштан кінський звичайний (*Aesculus hippocastanum*), верба біла (*Salix alba*), осика звичайна (*Populus tremula*), яблуня домашня (*Malus domestica*), клен гостролистий (*Acer platanoides*), тополя біла (*P. alba*), тополя чорна (*P. nigra*) і ясен високий (*Fraxinus excelsior*).

Також за результатами натурних спостережень вибіркового дослідження розповсюдження омели білої в ландшафтах м. Харків було встановлено кількість “молодих”, “зрілих” та “старих” кущів омели на кожній із досліджених ділянок (табл. 2).

Як видно із таблиці 2, найбільш заселені омелою ділянки № 3 (центр міста) і № 4 (район ХТЗ (Харківський тракторний завод)), а найменше – ділянки № 1 (селище Жуковського) і № 2 (Салтівський район). Це дозволяє припустити, що популяції на цих ділянках близькі до стабільного розподілу чисельності омели за віком. Налаштування моделі проводилась у два етапи.

Перший етап налаштування параметрів моделі. На першому етапі, задавши середнім значенням чисельності популяції омели зрілого $M_{2,t}$ і старого $M_{3,t}$ віку для кожної із ділянок, по рекурентному співвідношенню (8) розраховувались відповідні величини знаменника геометричної прогресії q і по формулі (9) чисельність a_t омел першого року розвитку. Далі, по формулі (2) були розраховані стабільні розподіли чисельності омел за віком і чисельності трьох її вікових груп $M_{1,t}$, $M_{2,t}$, $M_{3,t}$. Якщо при порівнянні чисельності першої вікової групи (омела молода) не виходила за межі інтервалу, обмеженого мінімальною і максимальною граничною величиною спостережень, табл. 2, то припускалося, що перший етап налаштування успішно завершено

Таблиця 2 – Розподіл кущів омели білої за віком

Вік кущів	Кількість кущів (візуальна оцінка)	Ділянка №			
		1	2	3	4
“молоді” 1 – 5 років	мінімальна	32	203	3747	1229
	середня	47	324	5272	1719
	максимальна	73	553	7472	2423
“зрілі” 6 – 20 років	мінімальна	39	131	4342	1734
	середня	55	194	6125	2438
	максимальна	81	298	8722	3457
“старі” 21 – 45 років	мінімальна	15	64	4884	932
	середня	21	97	6902	1303
	максимальна	31	155	9851	1826

На рис. 3 – 6 представлено модельні величини чисельності трьох вікових груп омели разом із даними натурних спостережень, що визначають довірчі інтервали величин.

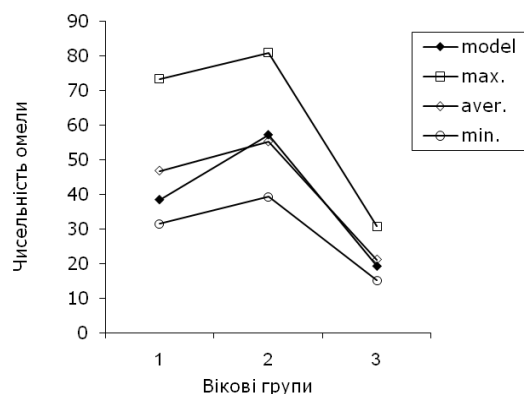


Рис. 3. Чисельність вікових груп омели на ділянці № 1 ($q = 0,924$; $a_t = 9$)

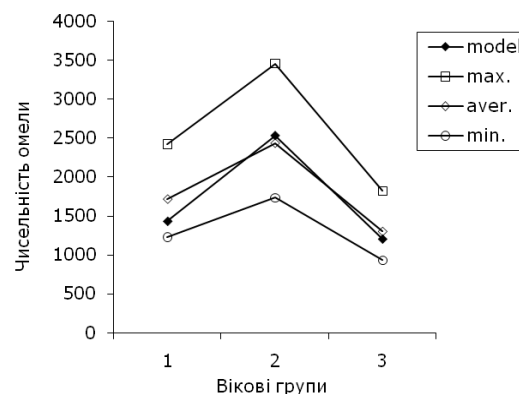


Рис. 6. Чисельність вікових груп омели на ділянці № 4 ($q = 0,942$; $a_t = 322$)

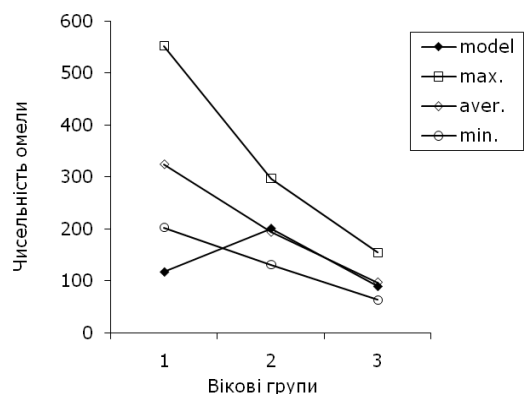


Рис. 4. Чисельність вікових груп омели на ділянці № 2 ($q = 0,939$; $a_t = 27$)

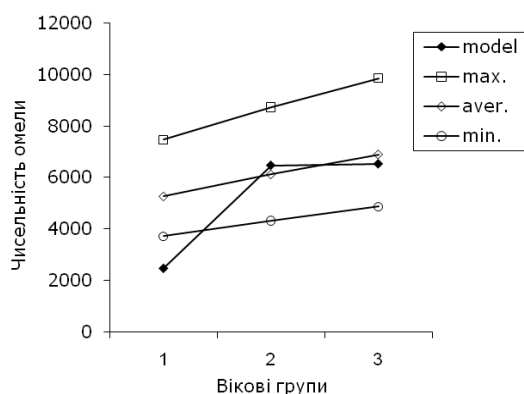


Рис. 5. Чисельність вікових груп омели на ділянці № 3 ($q = 0,980$; $a_t = 517$)

Як видно із наведених рисунків, модельні чисельності $M_{1,t}$ групи молодих омел на ділянках № 1 і № 4 знаходяться в довірчих інтервалах. Це дозволяє вважати, що гіпотеза розподілу чисельності омел за віком згідно геометричної прогресії (2) не може бути відхилена у світлі тих даних натурних спостережень, які є в наявності (табл. 2) і приймається як робоча.

Другий етап настроювання параметрів моделі. Величини $M_{1,t}$ на ділянках № 2 і № 3 виходять за межі довірчих інтервалів. Із цієї причини на другому етапі настройки параметрів моделі для ділянок № 2 і № 3 здійснювались спроби підібрати величину q так, щоб чисельності усіх трьох груп не виходили за довірчі інтервали, вказані в табл. 2. Для ділянки № 2 такі спроби виявились безуспішними, тому її було виключено з подальшого вивчення.

Для ділянки № 3 зниження величини q до значення 0,953 забезпечило входження чисельності усіх трьох вікових груп омели у довірчі інтервали (рис. 7).

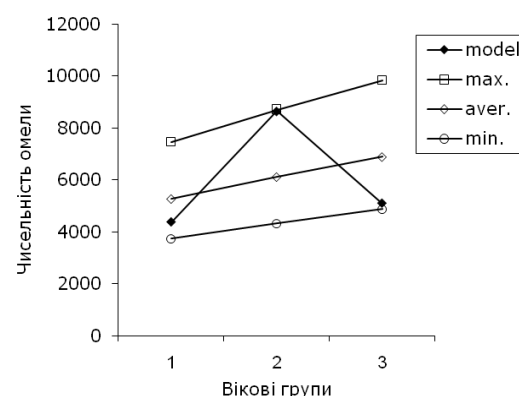


Рис. 7. Чисельність вікових груп омели на ділянці № 3 ($q = 0,953$; $a_t = 964$)

Таким чином, дані натурних спостережень, які є в наявності, не дозволяють спростувати сформульовану модельну гіпотезу (2) відносно стабільного розподілу чисельності омел за віком і для ділянки № 3.

По формулі (14) розраховано величини коефіцієнта розмноження λ для трьох ділянок. Результати розрахунку разом із іншими модельними характеристиками популяції омели білої на вказаних ділянках наведено в табл. 3.

На рис. 8–10 представлено відповідні модельні розподіли особин популяції омели білої за віком для кожної із трьох ділянок.

Таблиця 3 – Модельні характеристики популяції омели білої

№ ділянки	q	a_t	λ , 1/рік	$M_{1,t}$	$M_{2,t}$	$M_{3,t}$	M
1	0,924	9	0,1270	38	55	21	114
3	0,953	964	0,0735	4386	8288	5479	18153
4	0,942	322	0,0914	1434	2438	1303	5175

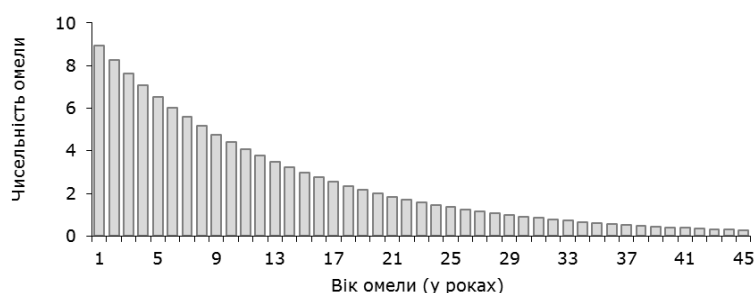


Рис. 8. Розподіл чисельності омели за віком на ділянці № 1

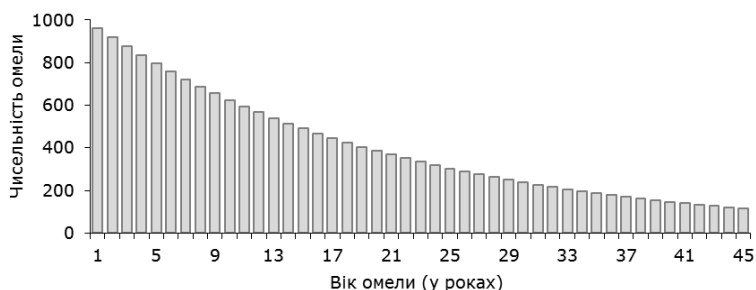


Рис. 9. Розподіл чисельності омели за віком на ділянці № 3

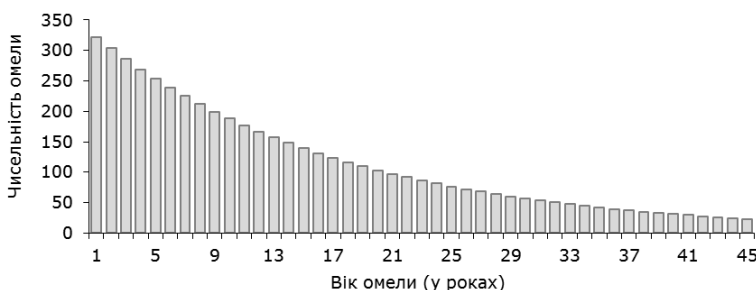


Рис. 10. Розподіл чисельності омели за віком на ділянці № 4

Отримане значення коефіцієнта розмноження λ по даним обстеження ділянки № 3 (найбільш заселена омелою) дозволяє встановити, що матриця переходу (12) має єдине дійсне власне число

$e = 1,01852$, якому відповідає власний вектор $v = (v_1, v_2, \dots, v_{45})$, де $v_1 = 0,21115$ і

$$v_1 = 0,9818 \ v_1. \quad (15)$$

Компоненти власного вектору v_1 показують стабільний розподіл чисельності омели за віком (у відносних одиницях). При цьому, множник у (15) практично точно співпадає з оцінною величиною q , яка була отримана по рекурентному співвідношенню (8), що дозволяє говорити про узгодженість цих оцінок.

Аналогічна процедура настройки матричної моделі була проведена за даними обстеження на четвертій ділянці (також досить заселена омелою). Отримані результати такі: $q = 0,942$; $M_{1,t} = 1434$, $M_{2,t} = 2438$, $M_{3,t} = 1303$; $m_{1,t} = 322$; $\lambda = 0,09142$; $e = 1,05795$; $v_1 = 0,32746$ та $v_1 + 1 = 0,945 v_1$.

Висновки

Розроблено модель динаміки чисельності популяції омели білої. Вона надає можливість проводити аналіз змін у часі чисельності кущів омели, розподілу їх за віком як у ретроспективі так і на перспективу.

За результатами моделювання, можна зробити висновок, що провідну біологічну роль у процесі росту чисельності популяції омели білої відіграють не птахи, які поширюють її насіння, а вегетативне розмноження, яке реалізується шляхом формування на кортикальних пасмах материнської особини додаткових проростків омели. Тож зрозуміло, що найбільш розповсюджений спосіб механічного видалення омели на урбанізованих територіях, є малоефективним, через відносно короткий проміжок часу омела знову з'явиться на гілках дерев.

Подальші дослідження мають бути спрямовані на визначення оптимальних стратегій екологічного менеджменту урбоєкосистем із урахуванням біологічних особливостей омели білої, зокрема провідної ролі вегетативного розмноження при рості чисельності її популяції.

Література

1. Івченко А. І. Особливості організації результативної боротьби з омелою білою / А. І. Івченко, О. П. Божок, І. М. Пацура, Л. Б. Коляда, В. О. Божок // Науковий вісник НЛТУ України. – 2014. – № 24(5). – С. 12–18.
2. Миняева О. Распространение омелы и борьба с ней (СССР) / О. Миняева // Сельскохозяйственная экспресс-информация. – Москва : Наука, 1975. – 34 с.
3. Прокопенко А. И. Экономико-экологическое моделирование / А. И. Прокопенко, В. Г. Вайнер,

В. Л. Галкин. – Харьков : АО «Бизнес Информ», 1997. – 360 с.

4. Шлапак В. П. Визначення ступеня ураження омелою білою (*Viscum album* L.) деревних рослин парку «Піонерський» в місті Умань / В. П. Шлапак, Н. І. Козак, Ю. Ф. Терещенко, В. А. Вітенко, Г. І. Музика // Науковий вісник НЛТУ України. – 2013. – № 23(6). – С. 324–328.

5. Экология города: учебник / под ред. Ф. В. Стольберга. – Киев : Либра, 2000. – 464 с.

References

6. Baltazár, T., Pejcha, M., Varga, I. (2015). Modelling of the distribution of european mistletoe (*Viscum album*) with dependence on local factors in the Castle Park in Lednice. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 63(5), 1441–1452.
7. Barney, C. W., Hawksworth, F. G., Gehs, B. W. (1998) Hosts of *Viscum album*. *European Journal of Forest Pathology*, 28, 187–208.
8. Díaz-Limón, M. P., Cano-Santana, Z., Queijeiro-Bolaños, M. E. (2016). Mistletoe infection in an urban forest in Mexico City. *Urban Forestry & Urban Greening*, 17, 126–134.
9. Prochazka, F. (2004). A centre of occurrence of *Viscum album* subsp. *album* in eastern Bohemia and an overview of the diversity of its host plants in the Czech Republic. *Preslia*, 76, 349–359.
10. Verma, M. (2010). *Viscum album* L. – a parasite plant: a review. *International Journal of Pharmaceutical Research and Development*, 2, 4–5.
11. Zuber, D. (2004). Biological flora of Central Europe: *Viscum album* L. *Flora*, 18, 181–203.

Рецензент: д-р техн. наук, проф. Ф.В. Стольберг, Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків.

Автор: РИБАЛКА Інна Олександрівна
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків, асистент
E-mail – Inna.Rybalka@gmail.com

Автор: ВЕРГЕЛЕС Юрій Ігорович
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків, старший викладач
E-mail – Yuri_Vergeles@hotmail.com

Автор: БАРАННИК Валерій Олександрович
Харківський національний університет міського господарства ім. О.М. Бекетова, Харків, кандидат фізико-математичних наук, доцент
E-mail – v_barannik@ukr.net

**МОДЕЛИРОВАНИЕ ПОПУЛЯЦИИ ОМЕЛЫ БЕЛОЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ
ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МЕНЕДЖМЕНТА УРБОЭКОСИСТЕМ**

И.А. Рыбалка, Ю.И. Вергелес, В.А. Баранник

Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.М. Бекетова

В статье рассматривается проблема контроля развития популяции омелы белой в городском ландшафте с целью совершенствования экологического менеджмента урбанизированных территорий. Представлена модель динамики численности популяции омелы белой на пробных участках городского ландшафта г. Харьков, параметры которой были определены по данным полевых наблюдений.

Ключевые слова: омела белая, модель, динамика популяции, экологический менеджмент, урбанизированная территория

**MODELING OF WHITE MISTLETOE POPULATION TO DECISION PROBLEMS OF
ENVIRONMENTAL MANAGEMENT OF URBOECOSYSTEMS**

I.O. Rybalka, Yu.I. Vergeles, V.O. Barannik

O. M. Beketov National University of Urban Economy in Kharkiv

*The problem of the White Mistletoe (*Viscum album* L.) population control in urban landscape was studied to improve environmental management on urban areas. Field survey of mistletoe distribution was carried out in the city of Kharkiv (Ukraine). On the sampling areas of urban landscape the White Mistletoe was found on 18 tree species. The matrix model of the White Mistletoe population dynamics was developed, the parameters of the model were determined according to data of field researches. Settings of the model parameters conducted in two stages. The model allows to analyse changes over time in the number of mistletoe shrubs, their distribution by age as in retrospect and in the future. Vegetative propagation is substantiated to play a leading role in growth of mistletoe population.*

Keywords: mistletoe, model, population dynamics, environmental management, urban area.